

Герасименко А.Ю., Ждахин И.Л.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА МАТЛАВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПИД-РЕГУЛЯТОРА И ИЗУЧЕНИЯ ЕГО РАБОТЫ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ОБЪЕКТА**

*gera\_48011@rambler.ru*

*ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»*

*г. Екатеринбург*



*Пакет MATLAB – SIMULINK использован для изучения роли компонент ПИД-регулятора в системе управления движением модели объекта.*

*MATLAB – SIMULINK package was used for studying of the PID regulator components of the system, controlling model moving.*

Язык программирования MATLAB был разработан в конце 70-х годов деканом факультета компьютерных наук в университете Нью-Мексико – Кливом Моулером. На сегодняшний день MATLAB используется в одноименном пакете прикладных программ. Изначально предназначенный для проектирования систем управления, MATLAB стал популярен во многих инженерных областях.

Благодаря своим возможностям MATLAB используется на кафедре информационных систем и технологий УрФУ при проведении практических занятий по таким дисциплинам как «Электроника и электротехника», «Системы контроля и управления» и «Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий». На практических занятиях MATLAB применяется студентами кафедры для моделирования и исследования работы таких устройств, как ПИД-регулятор (пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор) в системе управления объектами.

ПИД-регулятор – это устройство в контуре управления с обратной связью, используемое для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

Он имеет три составляющих: пропорциональную, интегральную и дифференциальную. Входной сигнал, поступивший в ПИД-регулятор, проходит через все его составляющие, после чего выходной сигнал регулятора определяется суммой усиленных составляющими сигналов.

Для изучения работы ПИД-регулятора в MATLAB моделируется система управления движением объекта с регулятором (рис. 1) и на основе полученных графиков рассматривается воздействие каждой составляющей регулятора на систему.

Для построения модели системы управления объектом с ПИД-регулятором в MATLAB предусмотрено программное приложение SIMULINK. Построение модели в SIMULINK осуществляется из библиотеки стандартных блоков. Основным блоком, используемым для построения модели управления объектом с ПИД-регулятором, является Transfer Fcn – передаточная функция. Блок Step используется в качестве источника сигналов; блок Scope – устройства вывода, содержит результаты моделирования в виде графиков.

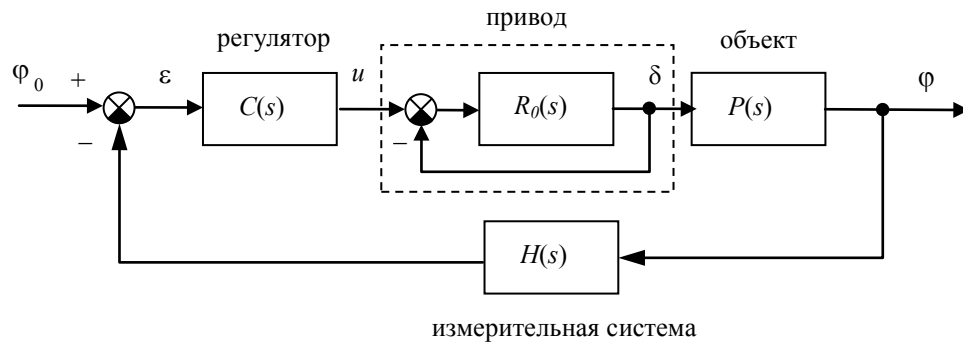


Рис. 1. Структурная схема системы управления объекта с регулятором

Пользуясь представленными блоками и передаточными функциями, построим систему управления движением судна с П-регулятором (Рис. 2). Для начала установим, что передаточная функция:

- движения судна:  $P(s) = \frac{K}{s(T_s s + 1)}$ , где  $K = 0.0694$  рад/сек,  $T_s = 18.2$  сек;
- привода:  $R(s) = \frac{1}{T_R s + 1}$ , где  $T_R = 2$  сек;
- измерительного устройства (гирокомпас):  $H(s) = \frac{1}{T_{oc} s + 1}$ , где  $T_{oc} = 6$  сек;
- П-регулятора:  $C(s) = K_c$ , где  $K_c = 0.7045$ .

Моделирование готовой системы выполняется нажатием на кнопку “Start simulation” и представляется в виде графиков переходных процессов. После этого результаты моделирования сохраняются в рабочую область MATLAB в виде матриц, в которых первый столбец – время, а второй – сигнал. Для этого в окне устройства вывода нажимаем на кнопку “Parameters”, после чего во вкладке Data history устанавливаем галочку только напротив “Save data workspace” и задаем параметры “Variable name”: phi(Курс) или delta(Пуль), “Format”: Array.

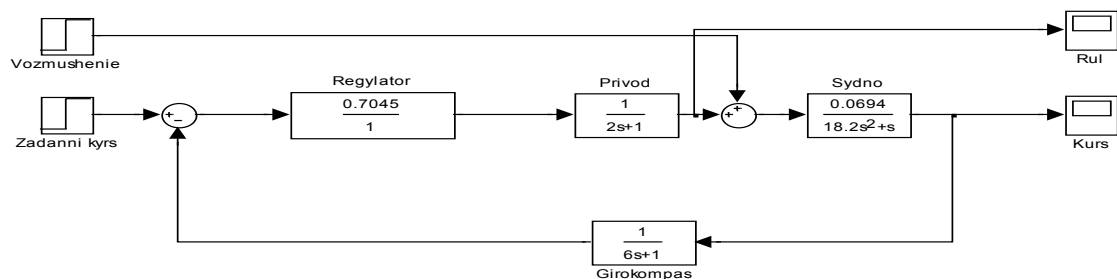


Рис. 2. Модель системы с П-регулятором с учетом внешнего возмущения

Далее строим систему управления движением судна с ПД-регулятором, передаточная функция которого равна:  $C(s) = K_c \left( 1 + \frac{T_s s}{T_v s + 1} \right)$ , где  $T_s = 18.2$  сек,  $T_v = 1$  сек.

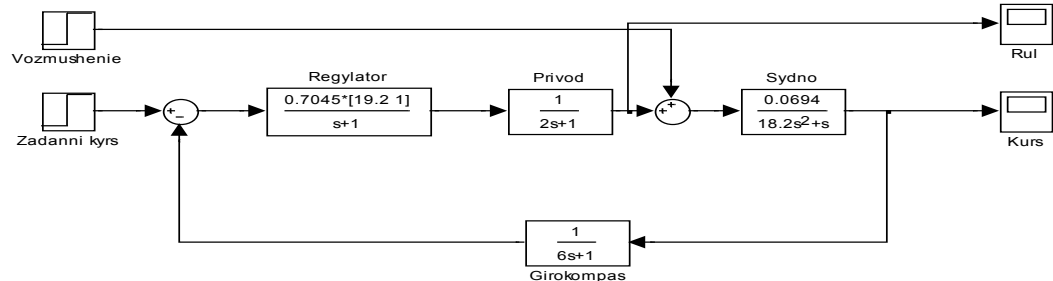


Рис. 3. Модель системы с ПД-регулятором с учетом внешнего возмущения.

Снова моделируем готовую систему и сохраняем результаты в рабочую область MATLAB. По аналогии строим модель системы с ПИД-регулятором, передаточная функция которого равна:  $C(s) = K_c \left( 1 + \frac{T_s s}{T_v s + 1} \right) + \frac{1}{T_i s}$ , где  $T_i = 200$  сек, – и, выполнив моделирование, сохраняем результаты в рабочую область MATLAB.

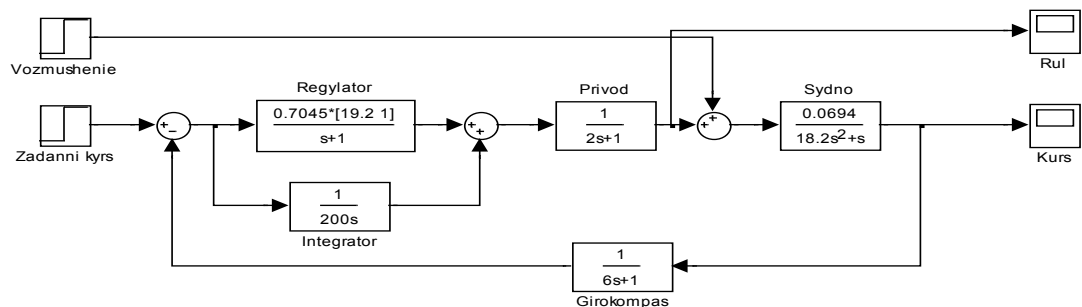


Рис. 4. Модель системы с ПИД-регулятором с учетом внешнего возмущения

На основе всех результатов моделирования строится два графика (Рис. 5): первый является отображением переходных процессов по курсу для П-, ПД- и ПИД-регуляторов, а второй – изменением угла перекладки руля для П-, ПД- и ПИД-регуляторов. Для этого в командном окне вводятся следующий набор команд:

```
figure(1);           // создание нового окна для графика
// ГРАФИК ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПО КУРСУ
```

```

subplot(2, 1, 1);          // первое число - количество ячеек
с графиками по вертикали,
// второе по горизонтали, третье - номер ячейки, которую надо
сделать активной
plot(phi1(:,1), phi1(:,2),... // построение графика
изменения курса для П-регулятора
      phi0(:,1), phi0(:,2),... // для ПД-регулятора
      phi(:,1), phi(:,2));     // для ПИД-регулятора
title('Kurs');              // присваивание заголовка графику
xlabel('Vrema, sek');       // присваивание названия осям
координат
ylabel('\phi, gradysy');
legend('P-regulator', ...   // вывод легенды
      'PD-regulator', ...
      'PID-regulator');
// ПО АНАЛОГИИ СТРОИТСЯ ГРАФИК ИЗМЕНЕНИЯ УГЛА ПЕРЕКЛАДКИ РУЛЯ
subplot(2, 1, 2);
...

```

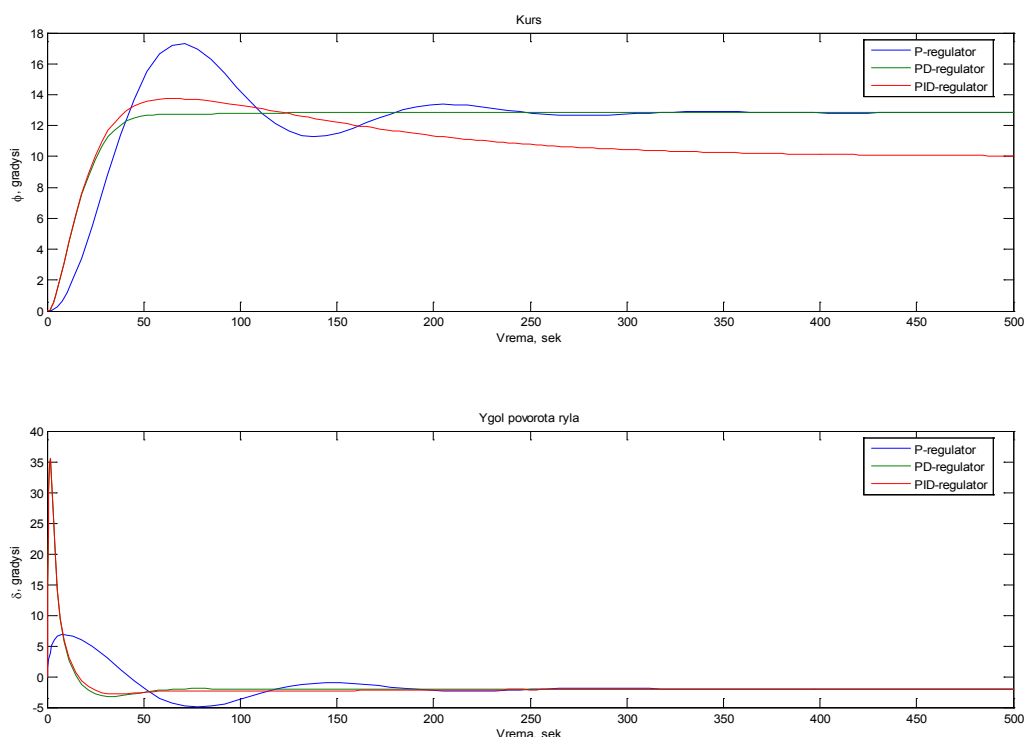


Рис. 5. График результатов моделирования

Результаты моделирования в MATLAB, выведенные в виде графика, наглядно показывают влияние каждой составляющей ПИД-регулятора на систему управления движением объекта, в данном случае судна: пропорциональная составляющая — выдает выходной сигнал, противодействующий отклонению регулируемой величины от заданного значения, но при этом использование только П-регулятора не позволяет стабилизировать значение регулируемой величины на заданном значении в связи с возникновением статической ошибки; дифференциальная

составляющая – обеспечивает минимальную длительность переходного процесса, устраняет автоколебания; интегральная составляющая – устраняет статическую ошибку, что позволяет стабилизировать значение регулируемой величины на заданном значении.

Использование MATLAB в изучении ПИД-регулятора в системе управления движением объекта, а также при изучении других устройств, позволяет самостоятельно смоделировать систему, провести с ней ряд экспериментов и наглядно рассмотреть результаты всех экспериментов. Основная польза использования MATLAB в процессе обучения техническим специальностям заключается в возможности создания и проведение экспериментов с моделью такого объекта или устройства, с которым, по определенным причинам, невозможно проведение экспериментов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB / Ю. Лазарев –СПб : Питер, 2005. – 512 с.
2. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического регулирования / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов – Москва : Наука, 1972.